

MENU

SEARCH

INDEX

JAPANESE

LEGAL
STATUS

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-065033

(43)Date of publication of application : 05. 03. 1990

(51)Int. Cl.

H01J 27/16

H01J 37/08

(21)Application number : 01-107097

(71)Applicant : HAUZER HOLDING BV

(22)Date of filing : 26. 04. 1989

(72)Inventor : LOEB HORST

(30)Priority

Priority number : 88 3814053

Priority date : 26. 04. 1988

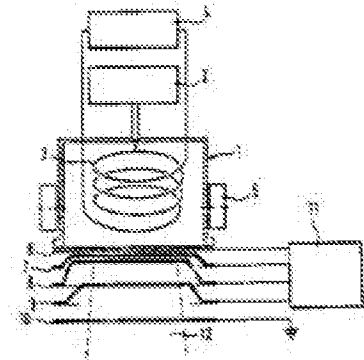
Priority country : DE

(54) TON BEAM SOURCE WITH RADIO FREQUENCY

(57)Abstract:

PURPOSE: To generate beam with high intensity of low ion energy by installing a radio frequency coil coaxially in the inside of an ionization container and providing a beam generating system with combinations of porous extraction lattices and ion focus converging units.

CONSTITUTION: A radio frequency coil 3 is arranged coaxially in the inside of an ionization container 1 and the coil 3 has functions of generating automatic ring discharge and generating anisothermal plasma of ion, electron, and neutral gas fine particles. The ionization container 1 is produced as a conductive container of a metal and a beam forming system comprises combinations of porous extraction lattices 6, 7, 8 and focus converging units 8, 9, 10 which are directly continued from the lattices and especially which can be selectively turned on. As a result, metal ion beam with high intensity of extremely low energy can be generated.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-65033

⑬ Int. Cl.⁵

H 01 J 27/16
37/08

識別記号

庁内整理番号

7013-5C
7013-5C

⑭ 公開 平成2年(1990)3月5日

審査請求 未請求 請求項の数 24 (全14頁)

⑮ 発明の名称 無線周波数のイオンビーム源

⑯ 特 願 平1-107097

⑰ 出 願 平1(1989)4月26日

優先権主張 ⑱1988年4月26日⑲西ドイツ(DE)⑳P3814053.5

⑳ 発 明 者 ホルスト レーブ ドイツ連邦共和国, 6300 ギーセン, ハイニツヒープフーリング 16

㉑ 出 願 人 ハウザー ホールディング ベー. ファウ オランダ国, 5916 ペーアー フェンロ, グレートフストラート 27

㉒ 代 理 人 弁理士 志賀 富士弥 外1名

明 細 書

1 発 明 の 名 称

無線周波数のイオンビーム源

2 特 許 請 求 の 範 囲

1. イオン化されるべき個々の作業ガス、とくに凝縮自在のガス状金属蒸気及び金属化合物が供給されるイオン化容器(1)、誘導的に発生させられる放電によって作られるプラズマと共に、イオン化容器(1)内にプラズマを発生させるための無線周波数源(4)に連結されるコイル(3)、及び数個の抽出格子(6、7、8)を有するビーム形成システムを含んでいる無線周波数イオンビーム源において、自動的環状放電を生じさせ、かつイオン、電子及び中性ガス粒子の非等温性プラズマを発生させるために機能する無線周波数コイル(3)がイオン化容器(1)の内部に同軸的に配置されること、イオン化容器(1)が金属の伝導性容器として形成されること、かつビーム形成システムが多孔性抽出格子(6、7、8)及びこれらに直接従

い、また特に選択的にスイッチオンされ得るイオン焦点集中ユニット(8、9、10)の組み合わせを含むことを特徴とするイオンビーム源。

2. 化学抵抗性のステンレスと非磁性金属を含むイオン化容器(1)が正のビーム電位にあり、この電位は特に約+10Vから+3000Vまでの範囲内で可変であり、かつ冷却液と共に備えられることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のイオンビーム源。

3. イオン化容器(1)の内部に配置され、特に、それを通して冷却媒体が流れる銅管から成る無線周波数コイル(3)が絶縁保護層によって被覆され、この保護層は好ましくは石英繊維の織物カバー、ガラス被覆等から成ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のイオンビーム源。

4. イオン化容器(1)が一部品で形成されたカバー(24)付きの金属シリンダ及びカバー(24)から違い末端に備えられる連結フラン

特開平2-65033 (2)

ジ(16)を含むこと、カバー(24)を通るコイル連結部の供給のための絶縁体が、互いに、及び容器軸に対して相対的に好ましくは一様に置換されている絶縁体と共に、カバー(24)上またはその内部に備えられ、その際その上への金属の付着に対して絶縁体を保護すべくスクリーン(26)が内方へ突出していること、ガスの入り口(2)がカバー(24)内に備えられ、かつイオン容器(1)の内側で分配器の入り口(23)と共に備えられること、及びイオン源が外側から真空室上にフランジ結合されることを可能にする抽出システム(6、7、8、9、10)及び取り付けフランジ(21)が共に、上記の取り付けフランジ(21)と上記の連結フランジ(16)の間に備えられる絶縁中間構造部分と共に、上記の連結フランジ(16)に固定されることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

5. 特に中央で、イオン化容器(1)及び無線周波数コイル(3)に対して相対的に配置され

断面にわたって第一のそれよりもやや大きい厚さを有し、それによって第三の格子電極(8)は中心ホルダ(17)用のホルダとして機能することを特徴とする特許請求の範囲第6項記載のイオンビーム源。

8. 格子電極(6、7、8)は熱的な形状安定性と温度抵抗性を有し、かつ例えばモリブデン、ステンレス鋼等から成ること、かつ特に円すいのテーパにされる連続的な格子電極(6、7、8)内の抽出孔の直径は異なっているように、特にビーム方向で見ると、約3mm、2mm及び3.2mmになるように選択されることを特徴とする特許請求の範囲第7項記載のイオンビーム源。

9. 無線周波数コイル(3)の直径は少なくとも実質的に三つの格子抽出システム(6、7、8)の抽出域(15)の直径と同じであることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

10. イオン焦点集中ユニットが、第三の格子電

る交番極性の永久磁石(5)のリングが、ブラズマの集中とイオン容器(1)の壁上での放電損失の減少のため、イオン化容器(1)の金属外側ジャケットに取り付けられることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

6. 抽出格子(6、7、8)が多孔性の三つの格子抽出システムを形成し、このシステムの第一の格子電極(6)は金属のイオン化容器(1)と連結されること、相互に絶縁される個々の格子電極(6、7、8)の厚さ寸法とこれらの相互間隔は1mm以下であること、かつ中心ホルダ(17)が格子電極(6、7、8)の間隔を固定するために備えられることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

7. 二つの第一の格子電極(6、7)が約0.5mmまたはそれ以下の厚さと、抽出断面(15)にわたって対応的に小さな相互間隔を有すること、かつ第三の格子電極(8)がその全

極(8)と二つのリング電極(9、10)によって形成される光学的なイオン焦点集中レンズを、想像的円すい面、特に上記のイオン化容器上にあるリング電極の半径方向内側周縁と共に含むことを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

11. 格子及びリング電極(9、10)は熱的な形状安定性と温度抵抗性を有してステンレス鋼やモリブデン等を含み、かつ少なくとも実質的に、第三の格子電極(8)が隣りのリング電極(9)から有するのと同じお互いからの距離を有することを特徴とする特許請求の範囲第10項記載のイオンビーム源。

12. イオンエネルギーに合った磁界強さを持つ磁気レンズ(27)が、ビームの集束を支援すべく、イオンビーム源の出口の領域内に配置されることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

13. 少なくとも一つの白熱フィラメントから作られるビーム中和装置が好ましくは接地された

特開平2-65033 (3)

イオンビーム源出力の区域内に、またはイオンレンズの範囲内に、イオンビーム(12)内部への電子の射出のために備えられることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

14. イオン化容器(1)及び／または格子電極及びリング電極が、さらに磁気レンズ(27)も、関係する金属の熱伝導率を利用する間に、冷却媒体によって直接または間接的に冷却されることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

15. 無線周波数出力及び／または抽出速度に依存する電流密度とイオンエネルギーがお互いから独立して可変であることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つ以上に記載のイオンビーム源を作動させる方法。

16. イオンの焦点集中が、イオンエネルギーが約1000eVの値以下に、特に約300eVの値以下に落下する時、スイッチオンされることを特徴とする特許請求の範囲第15項記載の方法。

21. 基礎の表面処理と基礎に対して良好な付着性を持つ特殊層の調製のため、それによって表面処理と調製が、一つのものから他のそれへの個々の段階の連続的推移において行なわれ、かつそれによって各段階の最良のイオンエネルギーと最良のイオン電流密度が使用されることを特徴とする特許請求の範囲第1ないし20項の一つに記載の無線周波数イオンビーム源の使用方法。

22. 工程段階の手順が、以下の工程段階の少なくともいくつかのものの、まだここでは述べられていないその他の段階との任意な組み合わせであることを特徴とする特許請求の範囲第21項記載の使用方法。

a) 適当に選択されたイオンエネルギーとイオン電流密度によるイオンビーム腐蝕によって清浄化され、部分的に腐蝕される基礎面。

b) 基礎面は、低いイオンエネルギーと高い電流密度(1mA/cm²以上)のイオンビームの手段によって加熱され、かつガスを除去さ

れる。

17. すでに記述されたイオン光学系と基礎の間に配置される一つまたはいくつかの磁気コイルの手段を構成している、後段焦点集中装置が、イオンエネルギーが約500eV以下に落下する場合に、スイッチオンされることを特徴とする特許請求の範囲第15及び16項記載の方法。

18. 少なくとも一つの絶縁面を持つ基礎と共に作動する時、ビーム中和装置の手段によってつねに空間充電が補償されることを特徴とする特許請求の範囲第15または16項記載の方法。

19. 500eV以下のイオンエネルギーを用いて、ビーム中和装置の手段によって空間充電が補償されることを特徴とする特許請求の範囲第15ないし17項の一つに記載の方法。

20. 約300eV以上で、二次的な後段加速システムが、あらかじめ決定可能な間隔にある抽出システムに続いて配置されることを特徴とする前述の特許請求の範囲の一つに記載のイオンビーム源。

れる。

c) 基礎面は、凹凸孔と溝の手段によって、希望される層の良好な機械的アンカー作用を目標に粗面化される。

d) 高エネルギー(50keV以上)のイオン(ビームの電流密度は低い)が基礎に射出される結果、イオンは若干の原子平面を、結晶質(結晶粒)内部に、特に結晶原子の間の空間内部に、かつ結晶質(内部粒)の内部空間の内部にさえ、深く侵入して原子の内部拡散を開始し、それによってイオンの注入が侵入イオン、混合された結晶体及び、例えば、基礎の物質との内部金属的化合物の固溶体を作り出す。

e) 金属、合金または化合物の層が基礎の表面上に、各結晶物の組織と形状に対して必要な最良のイオンエネルギーと最良のイオン電流密度によって生成される。

f) 金属、合金または化合物の層が各結晶組織と結晶方向に対して必要な、最良のイオンエ

特開平2-65033 (4)

エネルギーと最良のイオン電流密度によって生成される。

23. 合成物の性質の合金及び化合物が、適当なイオンビーム密度とイオンエネルギーを持ついくつかのイオン源手段によって作り出されることを特徴とする特許請求の範囲第21及び22項記載の使用法。

24. 合金と化合物、例えば合成物の性質の合金と化合物が、適当なイオンエネルギーとイオン電流密度を持ついくつかのイオン源を使用して製造されることを特徴とする特許請求の範囲第21ないし23項の一つに記載の使用法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、イオン化されるべき個々の作業ガス、特に濃縮自在のガス状金属蒸気及び金属化合物が充填されるイオン化容器、誘導的に刺激される放電によって発生するプラズマと共に、イオン化容器内にプラズマを発生させるための

面積の昇華についても説明が必要である。

公知の、従来の蒸発源は、原子とイオンを、微粒子の運動エネルギーを広汎に配分する基礎上的凝縮のために供給する。これは、高いエネルギーの微粒子が、一般に希望されて無欠陥の結晶成長をもたらす一様な凝縮よりもむしろ、損傷を生じるために、問題である。惹起される損傷は、陰極スパッタリングの形に類似して、結晶の分裂、結晶の破壊または表面の分解の形をとる。これに対して低いエネルギーの入射微粒子は、結晶格子内部への規則的結合のため表面での必要な運動エネルギーを獲得しない。

これらのエネルギーは、しばしば、基礎と層の間の境界面内で、希望される被覆の結合強度を得るためには不十分である。ある場合には微粒子の高いエネルギーが、基礎の温度がある理由のため低く保持されねばならない時、または基礎と最上部凝縮面の間の熱交換が不十分の時、基礎の表面エネルギーを高めるために被覆ビーム内で必要である。

無線周波数源に連結されるコイル、及び数個の抽出格子を有するビーム形成システムを含む無線周波数イオンビーム源に関する。

(従来の技術)

表面処理及び、特に薄い層の製造の技術は、近年とくにこのような工程の工業的応用に関して非常に重要になっている。薄い層の製造または調製と金属表面の処理のためには、こんにち非常に多くの工程が存在する。これらはすべて、工程室内での減圧または真空を必要とするため、真空装置内で行なわれる。

いくつかの非常によく知られた工程は、炉やるつぼ等内での、電気加熱または電子やイオン衝撃でのジュール熱による蒸発に関する。他の工程は、陽極や陰極アークの手段によって、または誘導されるAC磁界内での誘導物質の渦電流熱によっても作られる蒸発を使用する。直流または交流のグロー放電でのイオン化の磁気的増進作用を有し、及び有さない各種の陰極スパッタリング装置を使用する陰極上での大きな

冒頭に挙げた種類の無線周波数イオン源も同じく公知である(E P-A 2 0 2 6 1 3 3 8 及びD E-A 1 3 7 0 8 7 1 6 参照)。これらにおいて無線周波数コイルは個々のイオン化容器の外側に配置され、かつ特別に形成されたイオン抽出装置が使用されている。このようなイオンビーム源は、簡単に充填されるイオンだけ、すなわち単一のエネルギービームのピークだけの発生を可能にし、反応性ガスとの使用が可能であり、頑丈で簡単な構造と簡単な電源調節ユニットを有し、これらはまた、作業上の信頼性と作業寿命上に設定される実際的要求を満足することが出来る。

しかしながら公知の無線周波数イオンビーム源では、実際には極度に低い値以下への、可変イオンエネルギーの強いビームに対して発生する要求、特に金属イオンをも発生すべき要求を満足することは出来ない。

(発明が解決しようとする課題)

本発明の目的は、したがって實際上、冒頭に

特開平2-65033 (5)

挙げた種類の無線周波数イオンビーム源を開発し、広範囲に単一エネルギーのイオンのエネルギー分布によってイオンエネルギーとイオン束密度が、共に連続的かつ極度に大きな範囲で可変であり、またとりわけ、非常に低いエネルギーの強い金属イオンビームを発生可能にするすることである。ビームの分散は、少なくとも実質的には回避されるべきである。

(問題点を解決するための手段)

この目的は本発明に従って、自動的リング放電を生じさせ、かつイオン、電子及び中性ガス微粒子の非等温性プラズマの発生のために機能する無線周波数コイルがイオン化容器の内部で同軸的に配置されること、イオン化容器が金属の伝導性容器として形成されること、かつビーム形成システムが多孔性抽出格子とこれらに直接続き、特に選択的にスイッチオン可能な焦点集中ユニットの組み合わせを含むことで満足される。

イオン化容器の内部での無線周波数コイルの

い電流密度によって確保される。本発明に従う無線周波数イオンビーム源は、ガス状金属化合物からの金属イオンを含むイオン及び反応ガスのイオンの広い範囲に対して使用可能である。それは、長い作業寿命と仕事の間の長い時間間隔の点で特徴を有する。

イオン化容器は、好ましくは化学的に抵抗性のステンレスの非磁性鋼から成り、かつ冷却液、例えば冷却水を備えることが出来る。無線周波数コイルは、好ましくは、高いプラズマ伝導性とコイルに沿って差動的な無線周波数電圧を考慮して、例えば石英繊維織物のカバーまたはガラス被覆の形の絶縁層と共に、被覆されている銅管コイルを有し、それを通して冷却液が流れる非磁性の良導電性の金属管コイルから成る。

イオン化容器は、一端でカバーを、他端で取り付けカバーを備える。イオン源は、外部には薄い取り付けフランジを介して、関連する真空室上にフランジ接合される。

配置及び金属のイオン化容器の使用は、全面的に頑丈で価格価値のある構造を有する非常に強い装置をもたらすだけでなく、特に金属イオンの発生をも可能にする。これは、外側へ配置された無線周波数コイルを持つ公知の石英容器で発生する危険がもはや存在しないために可能である。即ち分解された誘導物質は石英容器の内壁上に付着して、誘導的被覆を形成し、かつ放電プラズマ内部への侵入に対して無線周波数エネルギーを遮断する。

多孔性抽出格子と、イオン光学的、静電的、静磁氣的、または電子磁氣的原理で作動し、かつ特に選択的にスイッチインされるイオン焦点集中ユニットの組み合わせの形をした本発明のビーム形成システムによって、連続的に選択自在のイオン電流密度が大きな範囲内で、特にほぼ単一エネルギーで連続的に可変のイオンエネルギーを持つ 1 mA/cm^2 以下及び 10 mA/cm^2 以上の範囲に対して、特にほぼ 10 eV と 3 keV の間で、実際にまた独立的に調節自在かつ高

カバーを通してのコイル接続部の通過のための絶縁体のカバー内またはその上に備えられて、コイルへの無線周波数出力の供給を可能にする。ガスの入り口もカバー内にあり、このカバーは好ましくは容器と一体的に形成される。内側へ配置されるスクリーンが好ましくはイオン化容器内に使用されて、金属がコイル接続部用の絶縁体上に付着するのを防止する。

交番極性の永久磁石のリングは、中心でイオン化容器とコイルに対して相対的に、イオン化容器の金属製外側ジャケット上に取り付けられて、イオン化容器の壁での放電損失を減少させる。与えられた無線周波数出力に対して、プラズマ密度とビーム密度は、この種の“尖端磁界配置”がイオン化装置の壁でのプラズマ電流損失を大幅に減少させ、かつこれらの永久磁石の適当な配置によってプラズマが抽出穴を介してさらに集中させられるため、この方法で増大させることが出来る。

本発明に従って備えられる抽出格子は、好ま

特開平2-65033(6)

しくは多孔性の三つの格子抽出システムを形成し、このシステムの第一の格子電極は金属イオン化容器と結合される。相互に絶縁される個々の格子電極の厚さとこれらの相互間隔は非常に小さく、好ましくは実質的に1mm以下である。中央の支柱は、格子電極の正確な間隔を確保し、かつ格子の熱的曲げ変位を制限すべく、備えられる。

本発明に従って備えられるイオン焦点集中ユニットは、特に低いイオンエネルギーと高い電流密度においてスイッチオンされる。このユニットは、好ましくは、第三の格子電極と二つのリング電極によって形成されるイオン光学的焦点集中レンズから成る。二つのリング電極は、好ましくは仮想円すい面、特にイオン化容器から離れて分岐し、30°の包含角を持つ円すい面上にある。

本発明の実施例に従って、白熱フィラメントコイルを持つビーム中和装置は、好ましくは接地されるイオン源出力の領域内に、またはイオ

ンがある。

特殊な結晶方向の成長のためには、イオンの到着の最小と最大のエネルギーを共に規定することが必要である。例えば多くの結晶は、エネルギーの供給と熱の消散にしばしば方向的に依存しているこれらの生成によって、内部熱的に生成される。その上、丸い塊、長い針、円柱またはスレート様の板として現われる結晶質の形は、成長の間、入射イオンと原子のエネルギーに依存する。

さらに基礎へ入射するイオンの電流密度または原子の電流密度は、全面の結晶質組織と、したがって全層の成長速度に大きな影響をもたらす。イオン電流密度とイオンエネルギーは共に、各物質の種類と層の品質に対して個別に最良にされなければならない、この層の品質は本発明のイオンビーム源によって可能にされる。

基礎と現実の層の間にしっかりと結合された境界層を形成するためには、しばしば、高いイオンエネルギーで作業が行なわれて、一種のイオ

ンレンズの内側にも備えられる。ビーム中和装置は、有利には、絶縁性ターゲットと共に、または少なくとも低いエネルギーのイオンビームの空間充電の広がりを二次的に減少させる絶縁性表面を有するターゲットと共に使用される。

さらに、イオンエネルギーに対して合わせられた磁界強さを持つ磁気レンズがイオン源出力の領域内に備えられて、ビームの束束を支援する。

本発明に従ってイオンビーム源を作動させるための方法に関連して、有利には、無線周波数出力及び／または抽出電圧に依存する電流密度及びイオンエネルギーを互いから独立して変化させることが出来る。この方法で、最も複雑、かつ最も困難な仕事を理想的に満足させることが出来る。

これらの仕事は以下のように説明することが出来る。すなわち、基礎上に衝突するイオンのエネルギーと電流密度は、個々の物質に対して希望される層の品質に対して選択され、かつ最良にされなければならない。これには、以下の理

由がある。特別な固着作用が得られる。イオン注入は結果的に、原子が結晶質の間で、かつ結晶質の内部でも、いくつかの原子の平面の深さまで基礎の結晶内に結合されることをもたらす。そうすることで、到着原子の、結晶質原子との拡散的交換が同時に可能とされる。これは、結果的には例えば、固溶体、混合結晶、及び内部金属的な化合物をもたらす。

上述されたすべてのことは、本発明のイオンビーム源の使用によって、連続的な方法段階で中断することなく、同じ真空プラントと同じ位置において可能とされる。したがって、除極スパッタリングまたはイオンビーム腐蝕による表面掃除のようないくつかの方法段階は、高いエネルギーのイオンと、次にしっかりと結合された境界層の生成、そして最後に希望の層の生成によって、上述のように、中断なしに、かつ同じイオンビーム源によって実施することが出来る。

例として、方法段階は、以下の方法段階の少

特開平2-65033 (7)

なくともいくつかの組み合わせを含むことが出来る。

- a) 基礎面は、適当に選択されたイオンエネルギーとイオン電流密度によるイオンビーム腐蝕によって清浄化され、部分的に腐蝕される。
- b) 基礎面は、低いイオンエネルギーと高い電流密度(1mA/cm²以上)のイオンビーム手段によって加熱され、ガスを除去される。
- c) 基礎面は、凹凸穴と溝の手段によって、希望される層の良好な機械的アンカー作用を目標に疎面化される。
- d) 高エネルギー(50keV以上)のイオン(ビームの電流密度は低い)が基礎に射出される結果、イオンは若干の原子平面を、結晶質(結晶粒)内部に、特に結晶原子の間の空間内部に、かつ結晶質(内部粒)の内部空間の内部にさえ、深く侵入して原子の内部拡散を開始し、それによってイオンの注入が侵入イオン、混合された結晶体及び、例えば、基礎の物質との内部金属的化合物の固溶体を作

そのほか、特に重要なのは、イオン源は適当なイオン電流密度とイオンエネルギーによって基礎上に、例えば複合材の性質の合金をも含む合金及び化合物を付着すべく使用可能、ということである。

さらに述べられるべき点は、その後の磁氣的焦点集中は処理室内で行なうことが出来るため、特に低いイオンエネルギーでのイオンの分岐傾向に対抗し得ることである。すなわち、磁氣的後段焦点集中は、イオン放射源と基礎の間の処理室内で行なわれ、または相応する装置が配置される。この後段焦点集中装置は、特にイオンエネルギーが約500eV以下に落下するとき有用である。

本発明の別の有利な特徴と展開は、従属請求の範囲に呈示される。

(実施例)

以下において本発明の好適実施例を、図面を参照してさらに詳細に説明する。

第1図に示されるように、高周波のイオンビ

り出す。

- e) 金属、合金または化合物の層が、基礎の表面上に各結晶物の組織と形状に対して必要な最良のイオンエネルギーと最良のイオン電流密度によって生成される。
- f) 金属、合金または化合物の層が、各結晶組織と結晶方向に対して必要な、最良のイオンエネルギーと最良のイオン電流密度によって生成される。

さらにこの可能性を説明するために、上述の方法段階a)、b)、d)及びf)は、例えば、超硬合金やセラミック層を無機質の基礎上に適用すべく使用可能である。対照的に、a)、b)、c)、e)及びf)は、近代的プラスチックへの金属層、例えばポリ四ふつ化エチレンへの金属層の適用に対して適当である。本発明の方法はまた、半導体の被覆、例えばガリウム砒素がベースの半導体への接触適用に対して十分適している。このため、上述の方法段階a)、b)、e)及びf)の組み合わせが好適である。

ーム源は、関連するガス供給システム2付きの金属イオン化容器1、イオン化容器1の内部に配置されて関連する無線周波数発信器4を有する無線周波数コイル3、及びビーム形成システムを含み、このシステムは三つの格子電極6、7、8と、イオンレンズに属する二つのリング電極9、10を含む。

格子電極及び/またはリング電極は高電圧発生器11に接続される。イオン化容器1は、特別の装置5内の永久磁石によって包囲される。

ガス供給システム2から流入する作業ガスは、イオン化容器1内でイオン化される。即ち、正のイオンと電子に分離されて、プラズマ状態が作り出される。

誘導的な無線周波数と自動的リング放電のため必要な放電出力は、好ましくは0.5ないし30MHzの周波数帯域で作用する無線周波数発信器によって発生する。これはまず第一に、誘導によって同じ周波数の閉鎖された磁力線を持つ電氣的渦磁界を発生するコイルの内部に高

特開平2-65033(8)

周波の軸方向磁界を惹起する。この渦磁界放電において、電子は、それが新しいイオン化インバクトを惹起可能となるまで、ほぼ円形の道程上で加速される。方向反転による弾性的中心衝突と無線周波数方位角電界の方向変化の共働によって、この位置で影響される電子は急速にエネルギーを蓄積することが出来る。発信器周波数、放電圧力及びイオン化容器の周囲を最良に合わせることによって、この蓄積の工程は、静的観点から有利に影響され得る。イオン化容器の長さも、容器の半径とイオンの質量に依存して最良状態にして、イオンの収量を最大にすることが出来る。

イオン化する電子が先行するイオン化活動から作り出されるときは、それを供給するために陰極がグロー発光をなんら必要としない独立的气体放電が存在する。これは結果的に、無線周波数放電の高度の信頼性と長寿命を、特に反応ガスと作動するとき、もたらす。

無線周波数放電の開始は、自動的に、適当な

よってさらに増幅される。この結果として、電子の温度 T_e は、第2図に示されるように外側へ急速に上昇する。

しかしながらプラズマ密度 n は、周縁方向へ、また實際上、その後のイオンと電子の再組合せを持つ充電キャリア運動の結果、減少する。

抽出自在のビーム電流密度は $n \cdot \sqrt{T_e}$ に比例するため、この場合両効果はほぼ互いに相殺し、したがって高周波イオンビーム源は希望される一様なビーム輪郭を有する。プラズマ密度 n は、したがって抽出自在の電流密度も無線周波数発信器の出力と共に直線的に増大するため、得られるイオン密度は抽出システムと、冷却手段と共に備えられるイオンビーム源の最大作動温度によって制限されるだけである。

イオンビーム12の形成のため第1図に示されるシステムは、イオン化装置からのプラズマイオンを抽出し、これらを加速し、かつこれらをビーム12内部で焦点集中させる仕事を有する。この仕事を100V以下のビーム電圧また

高さの作動圧力の高電圧パルスまたは低いガス圧力での短時間サージ圧力によって発生する。無線周波数放電の生成時間は約30 μ sだけであり、これは多くの用途に対して重要である。無線周波数放電は、イオン、電子及び中性のガス微粒子を含む非等温プラズマを発生する。

第2図から分かるように、電子の温度 T_e は10⁴Kのオーダーに達するのに対して、イオンの温度、特に中性微粒子の温度は室温より少し高いだけである。このことも、全イオン化装置の冷却を簡単にしている。

無線周波数放電の別の利点は、プラズマ電子のほぼ純粋なマクスウェル分布であって、これは、定量的基礎においては二重イオンがほとんど発生せず、したがって希望されるエネルギーの同等性が二重または多数エネルギーの微粒子によって妨害されないことを意味している。誘導法則の結果として、電気的な渦磁界強さ E はイオン化装置の軸においてゼロであって、コイルの半径方向へ上昇し、かつこの過程はスキン効果に

はイオンエネルギーに対して満足するために、本発明の無線周波数イオンビーム源は、多数の孔の抽出格子とイオン光学的焦点集中ユニットの組み合わせと共に備えられる。

このビーム形成システムに属する全格子及びリング電極6、7、8、9は、第1図に示されるように、好ましくはモリブデン、ステンレス鋼を含み、かつこれらの電極には高い熱的安定性が要求される。個々の電極は相応する高電圧源に接続される。

第一の格子電極は抽出陽極とも呼ばれ、ほぼ10ないし3000Vの正電位にあって、電気及び熱伝導的にイオン化容器1に接続される。イオン化容器1は作業においては陽極として働き、かつアース電位に保持される最後の電極10と一緒に、イオンエネルギーのためのビーム電圧(約10ないし3000V)を決定する。

第二の格子電極7は抽出陰極と呼ばれ、あるレベルにおいて負にバイアスされている。このレベルは、第一格子電極6からの電位差が理想

特開平2-65033 (9)

的抽出電圧に依存する希望の電流密度を供給する程度の高さである。第二格子電極からのプラズマ境界面14の距離は第3図に示され、それによって等価電位線の曲がりを考慮したイオンの加速経路dを説明している。第三の格子電極8は減速電極と呼ばれ、接地する必要はない。それは、同時に、抽出経路の後ろに挿入されて自由に選択自在の電位を持つイオンレンズの第一電極として働く。

第一のリング電極9はイオンレンズの中央電極を代表し、その電位は理想的にはビーム電流とビーム電圧の希望される値に合っていないければならない。

第二のリング電極10はアース電位にあって、イオンレンズとビーム形成システム全体を終了している。

第3図は、三つの格子電極6、7、8内部での電位分布と部分的ビームに対するイオン通路を示す。プラズマイオンは、二つの第一電極6、7の間の抽出磁界によって拾い上げられ、かつ

て生じる。放電プラズマを無線周波数イオン化装置内で準中性的に保持するためには、後者を抽出されるイオン電流に匹敵する多数のプラズマ電子から抽出することが必要である。これは、正にバイアスされる抽出陽極として作用する第一の格子電極6及び、とりわけ後者に接続される金属イオン化容器1によって自動的に行なわれる。放電プラズマは自動的に、抽出陽極6のそれよりも約10V高くにあるイオン化容器に対して相対的な電位を得る。

ビーム形成システムは、希望されるイオン電流を抽出してそれを希望される電圧に加速する仕事を有するのみならず、出来るだけ分岐の小さいビームにその焦点を集中させるべき課題を持つ。一定の限界内で、個々の部分ビームの焦点集中は、すでに三つの格子電極6、7、8内で、第3図に示されるように行なわれる。

これは、放電出力に依存する適度な高さの抽出電圧において、プラズマ境界は上方へ凹面鏡状に湾曲しているため、すべての等電位面も加

第二格子電極7(抽出陰極)の穴に向けて加速されるのに対してプラズマ電子は抑制されるため、正の空間充電が抽出範囲内部に発生する。無線周波数放電の中性プラズマと正の空間充電域の間の境界はプラズマ境界14と呼ばれて、“イオンエミッタ”として作用する。

特別のイオンエネルギー及び同時に定義された電流密度が必要とされるとき、これは実質的につねに、二つの第一格子電位 U_1 を調節することによって得られる。

希望されるビーム電圧 U は、通常、希望される電流密度に依存する必要な依存性抽出電圧以下にある。この場合は、いわゆる加速・減速技術が使用されて、イオンは第二格子電極7と第三格子電極8の間で、希望される U 値以下に減速される。抽出される全イオン電流は、個々の抽出穴での電流密度、抽出穴の数及び個々の穴の断面積の積から生じる。しかるとき、放射されるべき基礎における電流密度は、基礎の位置でのビーム断面に関係して、その電流から続い

て生じる。放電プラズマを無線周波数イオン化装置内で準中性的に保持するためには、後者を抽出されるイオン電流に匹敵する多数のプラズマ電子から抽出することが必要である。これは、正にバイアスされる抽出陽極として作用する第一の格子電極6及び、とりわけ後者に接続される金属イオン化容器1によって自動的に行なわれる。放電プラズマは自動的に、抽出陽極6のそれよりも約10V高くにあるイオン化容器に対して相対的な電位を得る。

第4図は、第3図に基づく三つの格子抽出システムの抽出自在な合計イオン電流、第二格子電極7への電流損失及び抽出電圧の関数としての抽出電流を示す。イオン化装置内のプラズマ密度と抽出電圧がお互いに正しく合うならば、したがっていわゆる“理想的に焦点集中された場合”が存在するならば、部分ビームの焦点は正確に第二格子電極7の穴の中心にある。抽出陰極を代表するこの格子電極7での損失電流は、それによって最小値に達する。抽出電圧が大きすぎたり小さすぎたりすると、レンズの焦点長さは加速距離以下または以上にあり、それによって損失電流は大きくなり、出力損失とスパッタリング損傷は増大する。高いビーム電流密度

特開平2-65033 (10)

と同様な時間において非常に低いイオンエネルギーへの要求を満足し、それによってビームの拡散効果を回避するために、本発明に従ってイオン焦点集中レンズが、格子電極システムの後ろに配置され、かつ第三の格子電極8と二つのリング電極9、10を含む。

第5図は、本発明に従って無線周波数イオンビーム源の実施例の断面を示す。イオン化容器1は、内径10cm及び内部高さ6cmの金属円筒を含む。円筒部分の壁厚さは2mmに、またカバー24の壁厚さは6mmになる。イオン化容器1は+10Vから+3000Vまでの範囲内の正のビーム電位にあり、かつ冷却システムと共に偏えられる。

対応的にフライス加工された逃げ部分を備えるしんちゅうリング内には、例として、16個のコバルト・サマリウム永久磁石5が配置される。磁石の支持リングは、上からイオン化円筒上に押し込まれて後者にねじ固定される。

入り口2を介してのガスの供給は、交換容易

によってイオン化容器1に直接確保される。第三の格子抽出システム6、7、8は、特別に、非常に低いビーム電圧に対して設計される。例えば直径5.3cmの断面15の全体にわたって、第一の格子電極6、7は各々、厚さが0.5mmだけで、かつ間隔も0.5mmにすぎない。従って、電流を決定する抽出間隔d(第3図)は約2mmだけである。

格子電極6、7は、機械的及び熱的理由のために、抽出面15の外側でそれぞれ1.5mmに厚くされる。

全格子電極は、好ましくは、高い電気及び熱的伝導性、低い熱膨張係数及び高い温度安定性並びに低いスパッタリング率の点で、モリブデンから製造される。

格子電極の熱的不整配列を回避するために、小さい空間寸法の支持装置または中心ホルダ17が格子の中心に配置される。第一の格子電極6、7を中心ホルダ17と一緒に機械的に安定した方法で確保するために、第三の格子電極8

で圧力減少式の供給容器及び調整式の通過流量測定装置、小さいフランジ接続部及び例えば電位を定められたレベルに保持するための二つの銅製網31を備えた適当なセラミック絶縁体22を介して行なわれる。このガス供給部は、イオン化容器1内の環状の出口隙間を持つガス分配頭23内で開放する。

絶縁保護層で被覆される水冷式の無線周波数コイル3は、例えば3mmの銅管から成る。無線周波数コイル3の、関連する無線周波数発生器への接続は、イオン化装置カバー24を通り、無線周波数損失回避の目的のために、面積が大きく、真空密封され、かつ雲母盤26を介して金属の付着に対して保護される二つの通過コネクタ25を介して行なわれる。二つの無線周波数通過コネクタ25とガス供給部は、好ましくは無線化装置24上で、中心コイル軸と対応する三角形の中心を持つ等辺三角形の垂線に配置される。

ビーム形成システムは、第一の格子電極6に

は全断面にわたって比較的安定化され、かつ例えば、好ましくは円すいのテーパ付けされた抽出穴と共に、約2mmの厚さで形成される。

第5図に示される本発明の変形例では、三つの格子電極6、7、8の個々の穴直径は、それぞれ3mm、2mm及び3.2mmである。第一の格子電極6において、ビーム直径5.1cmと1mmの穴の間の幅では、それにより144の抽出穴が得られる。これに関して注意されるべきことは、抽出面は、希望されるならば、さらに穴あけすることが出来、約300の抽出穴を得るのは困難ではない、ということである。

抽出システムの後ろに挿入されるイオン光学的焦点集中レンズは、第三の抽出格子8のほかに、二つの等間隔のステンレス鋼リング電極9、10を含み、これらの電極はビーム軸に対して約15°の角度で設定されている。すなわち、リング電極の半径方向内部周縁は、15°の二倍の円すい角を有する仮想円すい面上にある。

四つの電圧供給ユニットの最大値は、ビーム

特開平2-65033 (11)

形成システム全体に対して、すなわちイオン化容器1を含む第一の格子電極6、第二の格子電極7、第三の格子電極8及び第一のリング電極9に対して必要とされる。最後のイオンレンズ電極を形成するリング電極10は、接地電位にある。必要ならば二つの電極を同じ電圧源、または電位分割器を介して同じ電圧源に直結することも可能である。

五つの電極6、7、8、9、10は、好ましくは絶縁体18及び絶縁体ボルトによって、絶縁体フランジ16の対応する穴内に絶縁体ボルトを挿入することにより中心出しされる。イオン化及びビーム形成システムは接地ハウジング30に、支持リング19、ガラス繊維把手20及び第二のリング電極10を介して確保される。ハウジング30は、イオン源を外側から関連する真空室上にフランジ結合可能な手段によって、フランジ21と共に備えられる。

第6図は、非常に低いイオンエネルギーのための二次的な磁気焦点集中装置を持つ無線周波

である。相応する無線周波数出力とガス通過量に対して、合計200mA以上のイオン電流を作り出すことは、困難ではない。

特別な、希望されるイオン電流を抽出するためには、第7図に示されるように、無線周波数出力とガス流量を選択して、両者が互いに適応するようにすることが必要である。さらに、第8図から分かるように、第一の格子電極6と第二の格子電極7の間の電位差として、必要な抽出電圧が印加されなければならない。これから独立的に、イオンエネルギーは第一の格子電極6の電位によって決定することが出来る。第二の格子電極7の電位は、しかるとき、必要な抽出電圧と希望されるビーム電圧の差によって与えられる。さらに、イオンレンズは、低いイオンエネルギーと高い電流密度でさらにスイッチオンされる。

そのほかに第8図から分かるように、本発明によるイオンビーム源は、明らかに従来イオンビーム源の抽出電圧以下、特に係数2ないし

数イオンビーム源の変形実施例を示している。

この目的のため磁界コイル27は出力側に備えられ、かつ例えば10から30mTの範囲にあって、運動イオンエネルギーへ方法である磁界強さを有する磁氣的レンズを形成する。磁界コイル27は、それによって第二のリング電極10と軟鉄カバー28の間に取り付けられる。軟鉄カバー28は、ねじボルト29によってリング電極10に確保される。

第7図は、2MHzでアルゴンを使用するとき、第5図に基づく高周波イオンビーム源に対する典型的放電特性を示す。抽出されたイオン電流が(パラメータとして)、高周波出力とガス装入量に依存して示される。イオン電流源に対して約40Wの約高周波渦電流損失は、電流ゼロに対する水平境界線として生ずる。垂直漸近線は、理論的な100%ガス経済性によって示される。注目すべき点は、従来の装置のその約二倍程度の高さの、非常に高いイオン収量(無線周波数のユニット当たりのビーム密度)

3、5だけ下方、にある低い抽出電圧を使用する。従って、例えば1kVの抽出電圧を用いて5mA/cm²の電流密度を得ることは、すでに可能であり、この値は、加速・減速比を限界内に保持可能のため、低いイオンエネルギーにおいて特に有利である。

イオン光学的ビームレンズはイオン放射源の出力において、とりわけ低いイオンエネルギーで、電流分布、焦点集中の程度及びビームの輪郭に作用する。イオンビームの品質はさらに、ビームの周りに分布して配置される白熱フィラメントによって、接地されたイオン源出力において発生可能な電子による出力側でのビーム中性化によって改善される。イオンレンズの中心電極の負の電位が、三つの格子電極を中性化装置からの電子に対して遮蔽することも有利である。(発明の効果)

本発明に基づく無線周波数イオンビーム源は、ガス状金属化合物からの金属イオン及び反応ガス、例えばN⁺、C⁺、Bi⁺、B⁺、Ti⁺、Z

特開平2-65033 (12)

r^+ のイオンを含む広範なイオンに対して使用可能である。さらにそれは、約 0.5 mA/cm と 10 mA/cm の間で連続的に調節自在のイオン電流密度を、約 10 eV と 3 keV の間でほぼ連続的に可変のイオンエネルギーと共に、独立的に調節自在の高い電流密度をもってさえも、選択することを可能にする。さらに、高周波のイオンビーム源は、ここで述べられた例では、約 5 cm のビーム直径を供給するため、 5 cm 以上の直径の基礎と共に作動させることが出来る。イオン源と基礎の間の距離は、 20 ないし 40 cm の範囲に存在し得る。さらに、本発明のイオンビーム源は、長い作業寿命と仕事の間の長い時間間隔並びに取り扱い易さの点で特徴を有する。このことは、それを問題なしに外側からそれぞれ関係する真空室上にフランジ接合可能にするため、利点である。

反応室と抽出格子システムを拡大することによって、異なる形状において實際上、より幅広いビームを発生させることも出来る。抽出シス

テムの適当な寸法形状によって、ビームは円形にも楕円形にも、またはそれらがまるで細長溝から出て来たかのようなストライプ状にすることも出来る。ビームの分岐は、適当なイオン光学技術と抽出格子の形状寸法によって、希望されるように選択することも出来る。


4. 図面の簡単な説明

第1図は基礎上への被覆の製造と材料表面の処理のための本発明による無線周波数イオンビーム源の略図、第2図は第1図による無線周波数イオンビーム源におけるこれらの半径方向過程に関しての放電とプラズマデータの典型的数値の線図、第3図は三つの格子電極システムを用いて第1図による無線周波数イオンビーム源のプラズマからのイオンビームの一部の抽出による形成方法を説明する略図、第4図は第3図の抽出システムの合計抽出自在イオン電流の線図、第5図は本発明による無線周波数イオンビーム源の一実施例の断面図、第6図は第5図によるイオンビーム源での使用のための二次的な磁気焦点渠中装置の部分断面

図、第7図は第5図によるイオンビーム源の典型的放電特性線図、及び第8図は電流密度と抽出されたイオン電流の関数としてのアルゴンに対する第5図によるイオンビーム源の格子システムの必要な抽出電圧の線図である。

1・イオン化容器、2・ガス入り口、3・無線周波数コイル、4・無線周波数発生器、5・永久磁石、6・第一の格子電極（抽出陽極）、7・第二の格子電極（抽出陰極）、8・第三の格子電極（制動格子）、9・第一のリング電極（イオンレンズ）、10・第二のリング電極（イオンレンズ）、11・高電圧発生器、12・イオンビーム、13・プラズマ、14・プラズマ境界、15・抽出面、16・イオン化装置フランジ、17・中心ホルダ、18・絶縁体要素、19・支持リング、20・締め付け要素、21・取り付けフランジ、22・セラミック絶縁体、23・ガス分配入り口、24・イオン化装置カバー、25・コイル通過部材、26・シャドウスクリーン、27・磁気コイル、28・軟鉄材、29・ボルト、30・ハウジング、

31・銅線網。

代理人 弁理士 志賀富士雄 
(外1名)

特開平2-65033 (13)

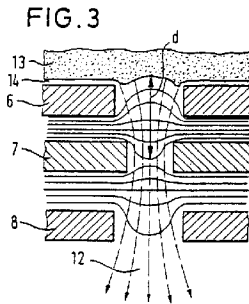
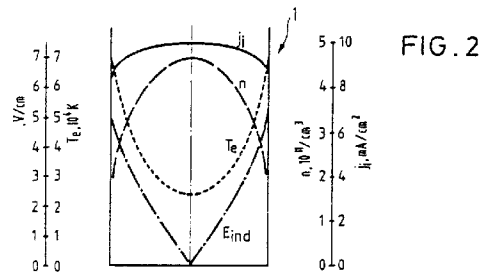
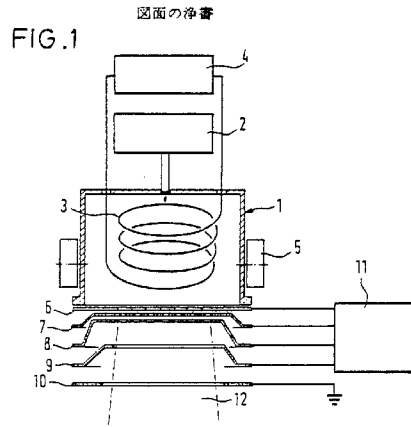


FIG.4

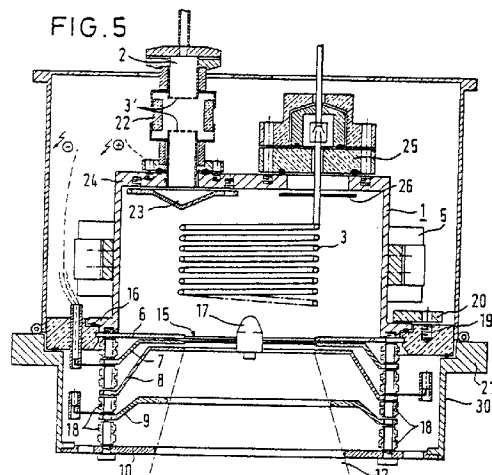
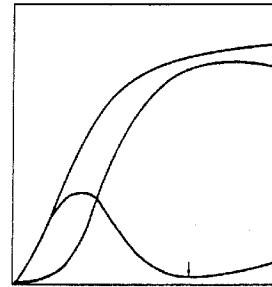
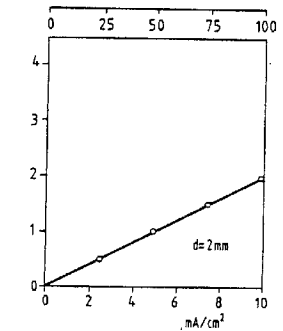
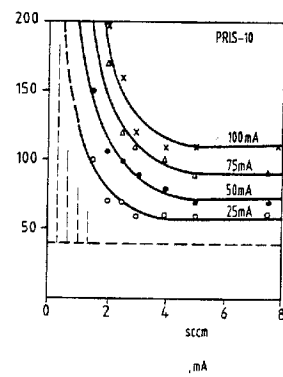
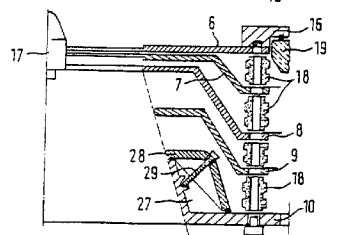


FIG.6



特開平2-65033 (14)

手続補正書 (方式)

平成1年9月8日

特許庁長官 殿



1. 事件の表示

平成1年特許願第107097号

2. 発明の名称

無線周波数のイオンビーム源

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 ハウザー ホールディング
ペー、ファウ、

4. 代 理 人

〒104 東京都中央区明石町1番29号

振済会ビル 電話03(545)2251~4

弁理士 (6219) 志 賀 富 士 弥



5. 補正命令の日付

起案日 平成1年6月30日

発送日 平成1年7月25日

6. 補正の対象

願書の特許出願人の代表者の項

代理権を証明する書面

図 面

7. 補正の内容

別紙のとおり

式
番 査広
沢